

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 178 344 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
06.02.2002 Patentblatt 2002/06

(51) Int Cl.7: **G02B 21/00**

(21) Anmeldenummer: 01117175.8

(22) Anmeldetag: 14.07.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: **Engelhardt, Johann, Dr.**
76669 Bad Schönborn (DE)

(74) Vertreter: **Reichert, Werner F., Dr.**
**Leica Microsystems AG, Corporate Patents +
Trademarks Department, Ernst-Leitz-Strasse
17-37
35578 Wetzlar (DE)**

(30) Priorität: 03.08.2000 DE 10037783

(71) Anmelder: **Leica Microsystems Heidelberg GmbH**
68165 Mannheim (DE)

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Bildentzerrung in der Scanmikroskopie und Scanmikroskop

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und einer Vorrichtung zur Phasenkorrektur von Positions- und Detektionssignalen in der Scanmikroskopie. Das Verfahren umfasst die Schritte: Erzeugen eines Positionssignals aus der Stellung einer Strahlableitvorrichtung (7) und Erzeugen eines zum Positionssignal gehörenden Detektionssignals aus dem vom Objekt (15) ausgehen-

den Licht (17). Anschließend wird Positionssignals und Detektionssignals an eine Verarbeitungseinheit (23) übergeben. In der Verarbeitungseinheit (23) wird ein Korrekturwert ermittelt. Der Korrekturwert wird an einen Rechner (34) zum Abgleich von Zeitdifferenzen zwischen dem Positionssignal und dem Detektionssignal übergeben.

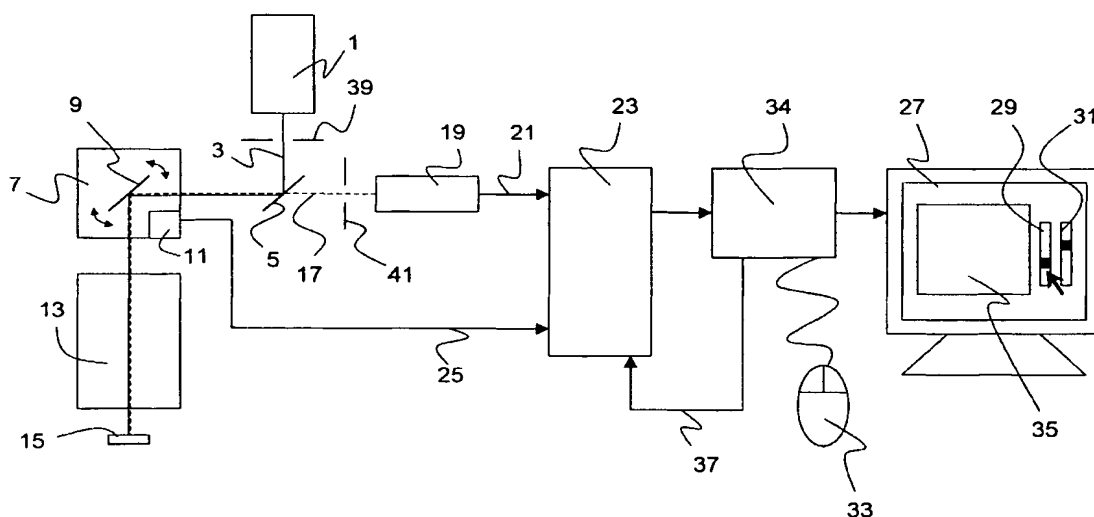


Fig. 1

EP 1 178 344 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Phasenkorrektur von Positions- und Detektionssignalen in der Scanmikroskopie. Das Scanmikroskop kann auch als konfokales Mikroskop ausgestaltet sein.

[0002] Desweiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Phasenkorrektur von Positions- und Detektionssignalen in der Scanmikroskopie.

[0003] Ferner betrifft die Erfindung ein Scanmikroskop, das die Phasenkorrektur von Positions- und Detektionssignalen ermöglicht. Im besonderen betrifft die Erfindung ein Scanmikroskop gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 11.

[0004] In der Scanmikroskopie wird eine Probe mit einem Lichtstrahl beleuchtet, um das von der Probe emittierte Reflexions- oder Fluoreszenzlicht zu beobachten. Der Fokus des Beleuchtungslichtstrahles wird mit Hilfe einer steuerbaren Strahlableitvorrichtung, im Allgemeinen durch Verkippen zweier Spiegel, in einer Objektebene bewegt, wobei die Ablenkachsen meist senkrecht aufeinander stehen, so daß ein Spiegel in x-, der andere in y-Richtung ablenkt. Die Verkipfung der Spiegel wird beispielsweise mit Hilfe von Galvanometer-Stellelementen bewerkstelligt. Die Leistung des vom Objekt kommenden Lichtes wird in Abhängigkeit von der Position des Abtaststrahles gemessen. Üblicherweise werden die Stellelemente mit Sensoren zur Ermittlung der aktuellen Spiegelstellung ausgerüstet.

[0005] Speziell in der konfokalen Scanmikroskopie wird ein Objekt mit dem Fokus eines Lichtstrahles in drei Dimensionen abgetastet.

[0006] Ein konfokales Rastermikroskop umfaßt im allgemeinen eine Lichtquelle, eine Fokussieroptik, mit der das Licht der Quelle auf eine Lochblende - die sog.

[0007] Anregungsblende - fokussiert wird, einen Strahlteiler, eine Strahlableitvorrichtung zur Strahlsteuerung, eine Mikroskopoptik, eine Detektionsblende und die Detektoren zum Nachweis des Detektions- bzw. Fluoreszenzlichtes. Das Beleuchtungslicht wird über einen Strahlteiler eingekoppelt. Das vom Objekt kommende Fluoreszenz- oder Reflexionslicht gelangt über die Strahlableitvorrichtung zurück zum Strahlteiler, passiert diesen, um anschließend auf die Detektionsblende fokussiert zu werden, hinter der sich die Detektoren befinden. Detektionslicht, das nicht direkt aus der Fokusregion stammt, nimmt einen anderen Lichtweg und passiert die Detektionsblende nicht, so daß man eine Punktförderung erhält, die durch sequentielles Abtasten des Objekts zu einem dreidimensionalen Bild führt. Meist wird ein dreidimensionales Bild durch schichtweise Bilddatennahme erzielt.

[0008] Idealerweise beschreibt die Bahn des Abtastlichtstrahles auf bzw. in dem Objekt einen Mäander. (Abtasten einer Zeile in x-Richtung bei konstanter y-Position, anschließend x-Abtastung anhalten und per y-Verstellung auf die nächste abzutastende Zeile schwenken und dann bei konstanter y-Position diese Zeile in nega-

tive x-Richtung abtasten u.s.w.).

[0009] Die Leistung des vom Objekt kommenden Lichtes wird in festen Zeitabständen während des Abtastvorganges gemessen und so Rasterpunkt für Rasterpunkt abgetastet. Der Meßwert muss eindeutig der dazugehörigen Scanposition zugeordnet werden, um aus den Meßdaten ein Bild erzeugen zu können. Zweckmäßiger Weise werden hierfür die Zustandsdaten der Verstellelemente der Strahlableitvorrichtung laufend mitgemessen oder, was allerdings weniger genau ist, direkt die Steuersolldaten der Strahlableitvorrichtung verwendet.

[0010] Die genaue Zuordnung der Positionssignale zu den Detektionssignalen ist von besonderer Wichtigkeit. Bei der Zuordnung sind Laufzeitunterschiede und die unterschiedlichen Verarbeitungszeiten der die Signale erfassenden Detektoren, beispielsweise mit Hilfe von Verzögerungselementen, zu berücksichtigen. Hierbei müssen sehr hohe Anforderungen an die Stabilität gestellt werden. Beispielsweise müssen bei einer Bildbreite von 1000 Bildpunkten die Laufzeitschwankungen deutlich unter 1 % bleiben.

[0011] Die Abtastbahn weicht bei zunehmend höherer Abtastgeschwindigkeit mehr und mehr von der Mäanderform ab. Dieses Phänomen ist im Wesentlichen auf die Massenträgheit der bewegten Elemente zurückzuführen. Bei schnellem Abtasten ähnelt die Abtastbahn eher einer Sinuskurve, wobei es jedoch oft vorkommt, dass sich die Teil-Bahnkurve für die Abtastung in positive x-Richtung von der Teil-Bahnkurve bei der Abtastung in negative x-Richtung unterscheidet.

[0012] Selbst wenn elektronische Elemente zum Abgleich von Laufzeitunterschieden und Verarbeitungszeiten vorgesehen sind, so erfolgt ein Abgleich jedoch nur bei der Herstellung des Scanmikroskops. Diese Einstellung ist jedoch streng genommen nur für eine Abtastgeschwindigkeit gültig.

[0013] Leider sind sowohl die signalführenden Elemente, als auch die elektronischen Bauteile, die zum Abgleich verwendet werden, sowie die die Meßwerte erfassenden Detektoren temperaturempfindlich, so dass es schon bei leicht veränderlicher Temperatur zu Zuordnungsfehlern kommt.

[0014] Zusätzlich zu dem Problem des nur für eine Abtastgeschwindigkeit geltenden Abgleichs kommt erschwerend hinzu, dass dieser auch nur für die bei der Herstellung des Scanmikroskops herrschende Temperatur gültig ist.

[0015] Ganz besonders störend zeigen sich Abgleichsfehler bei mäanderförmiger Abtastung; denn der Abgleichsfehler bei Abtastung in positiver x-Richtung und bei Abtastung in negativer x-Richtung wirken in entgegengesetzten Richtungen, was zu besonders kammartig verzerrten Bildern führt.

[0016] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Abtasten mikroskopischer Präparate mit einem Lichtstrahl anzugeben, mit dem auch bei wechselnden Abtast- und Umgebungsparametern

eine optimale Zuordnung von Positionssignalen und Detektionssignalen ermöglicht ist.

[0017] Die objektive Aufgabe wird durch ein Verfahren und gelöst, das durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1 bestimmt ist.

[0018] Es zusätzlich eine Aufgabe der Erfindung eine Vorrichtung zur Phasenkorrektur von Positions- und Detektionssignalen in der Scanmikroskopie, mit der auch bei wechselnden Abtast- und Umgebungsparametern eine optimale Zuordnung von Positionssignalen und Detektionssignalen ermöglicht ist.

[0019] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 6.

[0020] Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es ein Scanmikroskop zu schaffen, das entsprechend ausgestaltet ist, um eine Phasenkorrektur von Positions- und Detektionssignalen eines Scanmikroskops zu erzielen, wobei auch bei wechselnden Abtast- und Umgebungsparametern eine optimale Zuordnung von Positionssignalen und Detektionssignalen ermöglicht ist.

[0021] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Scanmikroskop mit den Merkmalen des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 11.

[0022] Die Erfindung hat den Vorteil, dass dem Benutzer mehrere Möglichkeiten vorgeschlagen werden, die eine einfache Korrektur der Zeitdifferenz zwischen dem Positionssignal und dem Detektionssignal ermöglichen. In einer vorteilhaften Ausführungsform wird die Einstellung der Zeitdifferenz direkt vom Benutzer vorgenommen. Hierzu sind auf einem der Displays Slider dargestellt und die Einstellung erfolgt in der Weise, dass der Benutzer z.B. mit der Maus die Stellung der Slider derart verändert, dass zwischen dem Positionssignal und dem Detektionssignal keine Zeitdifferenz mehr auftritt. Auf dem Display wird das Ergebnis der neuen Einstellung in Echtzeit dargestellt. So ist z.B. ein scharfes Abbild auf dem Display zu sehen, wenn Positionssignal und Detektionssignal phasengleich aufgenommen oder entsprechend korrigiert werden.

[0023] Auch eine automatische Einstellung der Zeitdifferenz ist möglich. Hierzu ist ein Steuerkreis mit einem Temperaturfühler und einer Datenspeichereinheit vorgesehen. In der Datenspeichereinheit sind die zu jeder Abtastgeschwindigkeit und Temperatur gehörigen Korrekturwerte, die in einer Kalibrationsmessreihe ermittelt wurden, abgespeichert. Die Temperatur wird laufend oder in festen Zeitabständen gemessen und der zur gemessenen Temperatur und zur aktuellen Abtastgeschwindigkeit gehörige Korrekturwert aus der Datenspeichereinheit ausgelesen und die Elemente zum Abgleich der Laufzeitunterschiede und Meßwertverarbeitungszeiten eingestellt. Die Korrekturwerte können z.B. in Form einer Tabelle abgelegt werden.

[0024] Eine weitere Ausführungsform zur automatischen Einstellung des Laufzeitabgleichs beinhaltet einen Regelkreis mit einer Bildverarbeitungssoftware, wie sie beispielsweise auch aus Autofokussystemen be-

kannt ist, die die optimale Einstellung des Laufzeitabgleichs hinsichtlich optimaler Bildschärfe aus dem aktuellen Abbild des Objekts ermittelt. Dies könnte beispielsweise durch Korrelationsvergleich der Detektionssignale benachbarter Zeilen erfolgen.

[0025] In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand schematisch dargestellt und wird anhand der Figuren nachfolgend beschrieben. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Anordnung mit einem konfokalen Scanmikroskop,

Fig. 2 eine erfindungsgemäße Anordnung mit einer von der Abtastgeschwindigkeit und der Temperatur abhängigen Steuerung und

Fig. 3 eine erfindungsgemäße Anordnung mit einer eine Bildverarbeitungseinheit umfassenden Regelung.

[0026] Fig. 1 zeigt schematisch ein konfokales Scanmikroskop. Der von einem Beleuchtungssystem 1 kommende Lichtstrahl 3 wird von einem Strahlteiler 5 zum Scanmodul 7 reflektiert, das einen kardanisch aufgehängten Scanspiegel 9 beinhaltet, der den Strahl durch die Mikroskopoptik 13 hindurch über bzw. durch das Objekt 15 führt. Der Lichtstrahl 3 wird bei nicht transparenten Objekten 15 über die Objektoberfläche geführt. Bei biologischen Objekten 15 (Präparaten) oder transparenten Objekten kann der Lichtstrahl 3 auch durch das Objekt 15 geführt werden. Dies bedeutet, dass aus verschiedenen Fokusebenen des Objekts nacheinander durch den Lichtstrahl 3 abgetastet werden. Die nachträgliche Zusammensetzung ergibt dann ein dreidimensionales Bild des Objekts. Der vom Beleuchtungssystem 1 kommende Lichtstrahl 3 ist in allen Abbildungen (Fig. 1 bis Fig. 3) als durchgezogene Linie dargestellt. Das vom Objekt 15 ausgehende Licht 17 gelangt durch die Mikroskopoptik 13 und über das Scanmodul 7 zum Strahlteiler 5, passiert diesen und trifft auf Detektor 19, der als Photomultiplier ausgeführt ist. Das vom Objekt 15 ausgehende Licht 17 ist in allen Abbildungen (Fig. 1 bis Fig. 3) als gestrichelte Linie dargestellt. Im Detektor 19 werden elektrische, zur Leistung des vom Objekt ausgehenden Lichtes 17 proportionale Detektionssignale 21 erzeugt und an die Verarbeitungseinheit 23 weitergegeben. Die im Scanmodul mit Hilfe eines induktiv oder kapazitiv arbeitenden Positionssensors 11 erfassten Positionssignale 25 werden ebenfalls an die Verarbeitungseinheit 23 übergeben. Es ist für einen Fachmann selbstverständlich, dass die Position des Scanspiegels 9 auch über die Verstellsignale ermittelt werden kann. Die eingehenden, Analogsignale werden in der Verarbeitungseinheit 23 zunächst digitalisiert. Die Verarbeitungseinheit 23 umfasst zwei Verzögerungselemente (nicht dargestellt), von denen eines von den Detektionssignalen 23, das andere von den Positionssignalen 25 durchlaufen wird. Die Verzögerungsdauer

kann vom Benutzer über einen PC 34, an dem eine Eingabeeinheit 33 angeschlossen ist, eingestellt werden. Auf einem Display 27 sind ein erster und ein zweiter Slider 29 und 31 dargestellt, über die die Verzögerungsdauer der zwischen den beiden Signalen eingestellt wird. Der PC 34 gibt die entsprechenden Daten über die Leitung 37 an die Verarbeitungseinheit 23 weiter. Die Positions- und Detektionssignale werden in der Verarbeitungseinheit 23 in Abhängigkeit von der jeweils eingestellten Verzögerungsdauer einander zugeordnet und zu einem Abbild 35 zusammengesetzt, das auf dem Display 27 angezeigt wird. Der Benutzer kann die Auswirkungen der Verstellung der Slider 29, 31 gleichzeitig an der Schärfe des Abbildes 35 ablesen. Die Slider 29, 31 werden als Stellelemente bezeichnet. Für die Erfindung ist es unerheblich in welcher Form die Stellelemente auf dem Display 27 dargestellt werden. Das bei einem konfokalen Scanmikroskop üblicherweise vorgesehene Beleuchtungspinhole 39 und das Detektionspinhole 41 sind der Vollständigkeit halber schematisch eingezeichnet. Weggelassen sind wegen der besseren Anschaulichkeit hingegen einige optische Elemente zur Führung und Formung der Lichtstrahlen. Diese sind einem auf diesem Gebiet tätigen Fachmann hinlänglich bekannt.

[0027] Fig. 2 zeigt einen konfokales Scanmikroskop, dessen optischer Teil dem in Fig. 1 dargestellten entspricht. Auch bei dieser Ausgestaltung werden die Positionssignale 25 und Detektionssignale 21 in eine Verarbeitungseinheit 43 geführt, die ebenfalls zwei Verzögerungselemente (nicht dargestellt) umfaßt, von denen eines von den Detektionssignalen, das andere von den Positionssignalen durchlaufen wird. Die jeweilige Verzögerungsdauer wird von einer Steuereinheit 45 automatisch vorgegeben, die von dem PC 34 Informationen hinsichtlich der aktuellen Abtastgeschwindigkeit und von einem Temperaturfühler 47 Information bezüglich der aktuellen Temperatur erhält. Die Steuereinheit 45 umfaßt einen Datenspeicher 49, in dem die zu jeder Abtastgeschwindigkeit und Temperatur gehörigen Verzögerungswerte, die in einer Kalibrationsmessreihe ermittelt wurden, abgespeichert sind. Die entsprechenden Werte können z.B. im Datenspeicher 49 in Form einer Tabelle abgelegt sein. Die Temperatur wird in festen Zeitabständen gemessen oder vor jeder neuen Bildnahme und der zur gemessenen Temperatur und zur aktuellen Abtastgeschwindigkeit gehörigen Verzögerungswerte aus dem Datenspeicher 49 zugeordnet, ausgelesen und an die Verarbeitungseinheit 43 weitergegeben.

[0028] Fig. 3 zeigt eine weitere erfindungsgemäße Ausgestaltung mit einem konfokalen Mikroskop, bei der genauso wie bei den Anordnungen aus Fig. 1 und Fig. 2 die Positionssignale 25 und Detektionssignale 21 in eine Verarbeitungseinheit 43 geführt werden, die zwei Verzögerungselemente (nicht dargestellt) umfaßt, von denen eines von den Detektionssignalen, das andere von den Positionssignalen durchlaufen wird. Auch hier werden die Positions- und Detektionssignale in der Ver-

arbeitungseinheit 43 in Abhängigkeit von der jeweils eingestellten Verzögerungsdauer einander zugeordnet und zu einem Abbild 35 zusammengesetzt, das zum einen auf dem Display 27 angezeigt wird, zum anderen einer Bildverarbeitungseinheit 51, die aus einem Rechner mit einer geeigneten Bildverarbeitungssoftware besteht, weitergeleitet wird. In dieser Bildverarbeitungseinheit 51 wird der aktuelle Verzerrungsgrad des Abbildes ermittelt. Der Verzerrungsgrad resultiert daraus, dass aufgrund der Trägheit des Scanmoduls 7 und der möglichen Verzögerung durch den Detektor 19 die Positionssignale 21 und die Detektionssignale 25 nicht genau zeitgleich verarbeitet werden. Die Zuordnung von Ortsdaten und detektierten Lichtsignalen stimmt nicht genau überein, so dass für ein korrektes Bild eine Korrektur notwendig ist. Der ermittelte Verzerrungsgrad wird an eine Steuereinheit 53 übermittelt, die die hinsichtlich optimaler Schärfe einzustellenden Verzögerungswerte errechnet und an die Verarbeitungseinheit 43 zur Einstellung dieser Werte weiterreicht.

[0029] Die Erfindung wurde in Bezug auf eine besondere Ausführungsform beschrieben. Es ist jedoch selbstverständlich, dass Änderungen und Abwandlungen durchgeführt werden können, ohne dabei den Schutzbereich der nachstehenden Ansprüche zu verlassen.

Bezugszeichenliste:

- [0030]**
- | | |
|----|---------------------------------|
| 1 | Beleuchtungssystem |
| 3 | Lichtstrahl |
| 5 | Strahlteiler |
| 7 | Scanmodul |
| 9 | Scanspiegel |
| 11 | Positionssensor |
| 13 | Mikroskopoptik |
| 15 | Objekt |
| 17 | vom Objekt 15 ausgehendes Licht |
| 19 | Detektor, Photomultiplier |
| 21 | Detektionssignale |
| 23 | Verarbeitungseinheit |
| 25 | Positionssignale |
| 27 | Display |
| 29 | erster Slider |
| 31 | zweiter Slider |
| 33 | Eingabeeinheit |
| 34 | PC |
| 35 | Abbild des Objekts 15 |
| 37 | Leitung |
| 39 | Beleuchtungspinhole |
| 41 | Detektionspinhole |
| 43 | Verarbeitungseinheit |
| 45 | Steuereinheit |
| 47 | Temperaturfühler |
| 49 | Datenspeicher |
| 51 | Bildverarbeitungseinheit |

53 Steuereinheit

Patentansprüche

1. Verfahren zur Phasenkorrektur von Positions- und Detektionssignalen in der Scanmikroskopie **gekennzeichnet durch** die folgenden Schritte:

- Erzeugen eines Positionssignals aus der Stellung einer Strahlableitvorrichtung (7) und Erzeugen mindestens eines zum Positionssignal (25) gehörenden Detektionssignals (21) aus dem vom Objekt (15) ausgehenden Licht (17),
- Übergeben des Positionssignals (25) und des Detektionssignals (21) an eine Verarbeitungseinheit (23, 43),
- Ermitteln mindestens eines Korrekturwertes, und
- Übergeben des Korrekturwertes an die Verarbeitungseinheit (23, 43) zum Abgleich von Zeitdifferenzen zwischen dem Positionssignal (25) und dem Detektionssignal (21).

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Korrekturwert aus der Einstellung von an einem Display (27) dargestellten Stелеlementen (29, 32) und des daraus resultierenden Gesamteindrucks eines auf dem Display (27) dargestellten Abbildes (35) des Objekts (15) ermittelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Korrekturwert automatisch ermittelt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Korrekturwert mittels einer Bildverarbeitungseinheit (51) aus dem aktuellen Verzerrungsgrad des Abbildes ermittelt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** Positionssignale (25) und Detektionssignale (21) nach einem vorgebbaren Algorithmus verarbeitet werden und in Form eines Abbildes (35) von zumindest einem Teils des Objektes auf dem Display (27) dargestellt werden.

6. Vorrichtung zur Phasenkorrektur von Positions- und Detektionssignalen in der Scanmikroskopie, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- Mittel (11) zum Erzeugen eines Positionssignals aus der Stellung einer Strahlableitvorrichtung

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

richtung und Mittel (19) zum Erzeugen eines zum Positionssignal gehörenden Detektionssignals aus dem von einem Objekt (15) ausgehenden Licht vorgesehen sind;

- eine Verarbeitungseinheit das Positionssignal (25) und das Detektionssignals (21) übernimmt, und

- Mittel (23, 43) zum Bestimmen eines Korrekturwertes vorgesehen sind, die mit einer Verarbeitungseinheit (34) verbunden sind und die an die Verarbeitungseinheit (34) den Korrekturwert zum Abgleich von Zeitdifferenzen zwischen dem Positionssignal (25) und dem Detektionssignal (21) übergeben.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zum Bestimmen eines Korrekturwertes aus auf einem Display (27) dargestellten Stелеlementen (29, 31) besteht, durch deren Einstellung der Korrekturwert aus den daraus resultierenden Gesamteindrucks eines auf dem Display (27) dargestellten Abbildes (35) des Objekts (15) ermittelbar ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** Mittel (47, 45) vorgesehen sind, die den Korrekturwert automatisch ermitteln.

9. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mittel zum Bestimmen eines Korrekturwertes eine Bildverarbeitungseinheit (51) ist, die mit einer Steuereinheit (53) verbunden ist und den Korrekturwert aus dem aktuellen Verzerrungsgrad des Abbildes ermittelt.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** Mittel (34) zur Digitalisierung bzw. Umsetzung in elektronisch verarbeitbare Information vorgesehen sind.

11. Scanmikroskop mit einem Scanmodul (7), das einen von einem Beleuchtungssystem (1) erzeugten Lichtstrahl (3) über ein Objekt (15) scannt und mindestens einen Detektor (19), der ein vom Objekt (15) ausgehendes Licht (17) empfängt, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- Mittel (11) zum Erzeugen eines Positionssignals (25) aus der Stellung einer Strahlableitvorrichtung (7) und Mittel (19) zum Erzeugen eines zum Positionssignal (25) gehörenden Detektionssignals (21) aus dem von einem Objekt (15) ausgehenden Licht (17) vorgesehen sind;
- eine Verarbeitungseinheit (23, 43) das Positi-

onssignal (25) und das Detektionssignals (21) übernimmt, und

- Mittel (29, 31, 47, 45, 53) zum Bestimmen eines Korrekturwertes vorgesehen sind, die mit der Verarbeitungseinheit (23, 43) verbunden sind und an die Verarbeitungseinheit (23, 43) den Korrekturwert zum Abgleich von Zeitdifferenzen zwischen dem Positionssignal (21) und dem Detektionssignal (25) übergeben. 5 10
- 12. Scanmikroskop nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel (29, 31, 47, 45, 53) zum Bestimmen eines Korrekturwertes aus auf einem Display dargestellten Stellelementen (29, 31) besteht, durch deren Einstellung der Korrekturwert aus den daraus resultierenden Gesamteindrucks eines auf dem Display (27) dargestellten Abbildes des Objekts (15) ermittelbar ist. 15 20
- 13. Scanmikroskop nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** Mittel (47, 45) vorgesehen sind, die den Korrekturwert automatisch ermitteln. 25
- 14. Scanmikroskop nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mittel zum Bestimmen eines Korrekturwertes eine Bildverarbeitungseinheit (51) ist, die mit einer Steuereinheit (53) verbunden ist und den Korrekturwert aus dem aktuellen Verzerrungsgrad des Abbildes ermittelt. 30 35
- 15. Scanmikroskop nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Mittel (34) zur Digitalisierung bzw. Umsetzung in elektronisch verarbeitbare Information vorgesehen ist. 40 45 50 55

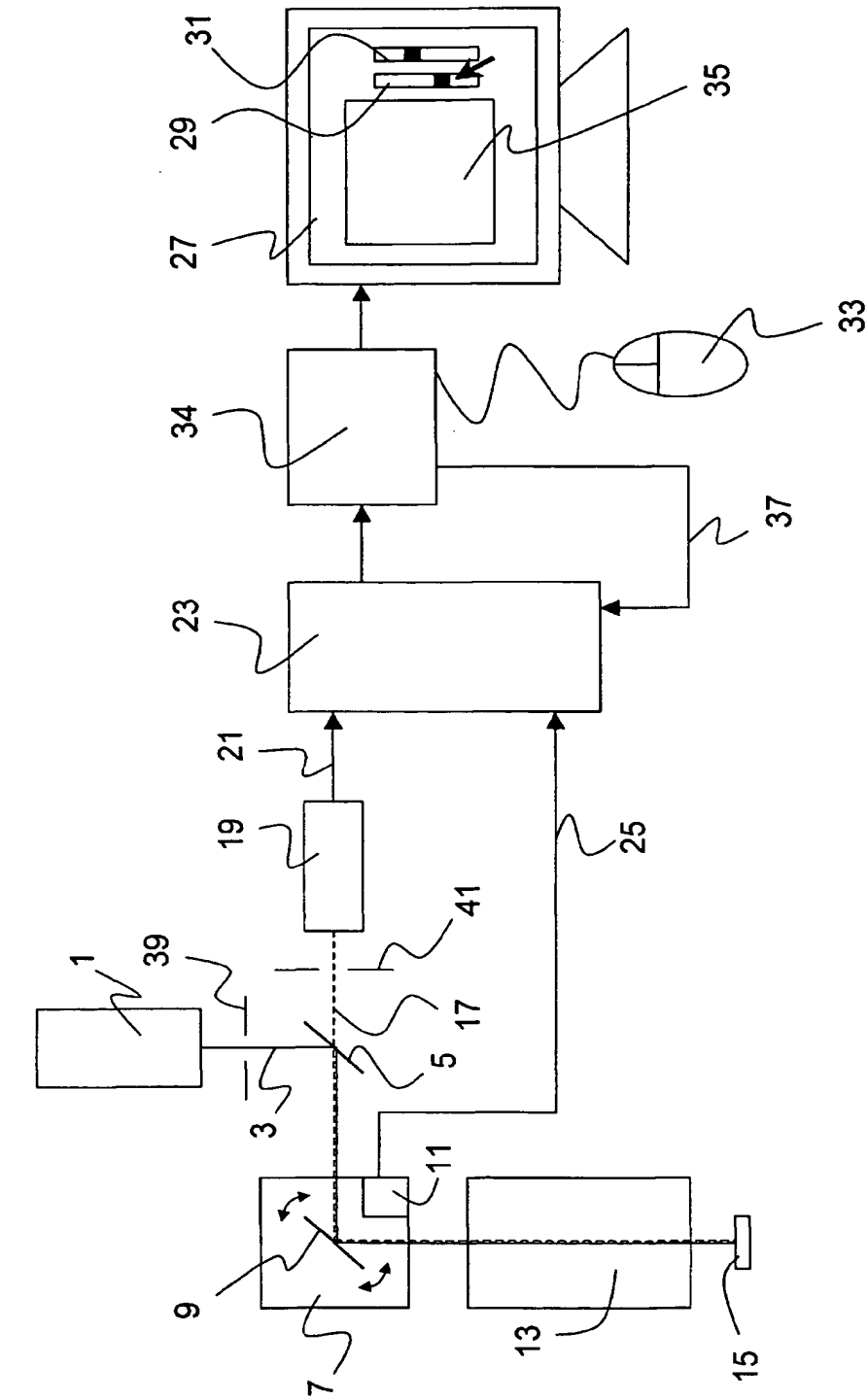


Fig. 1

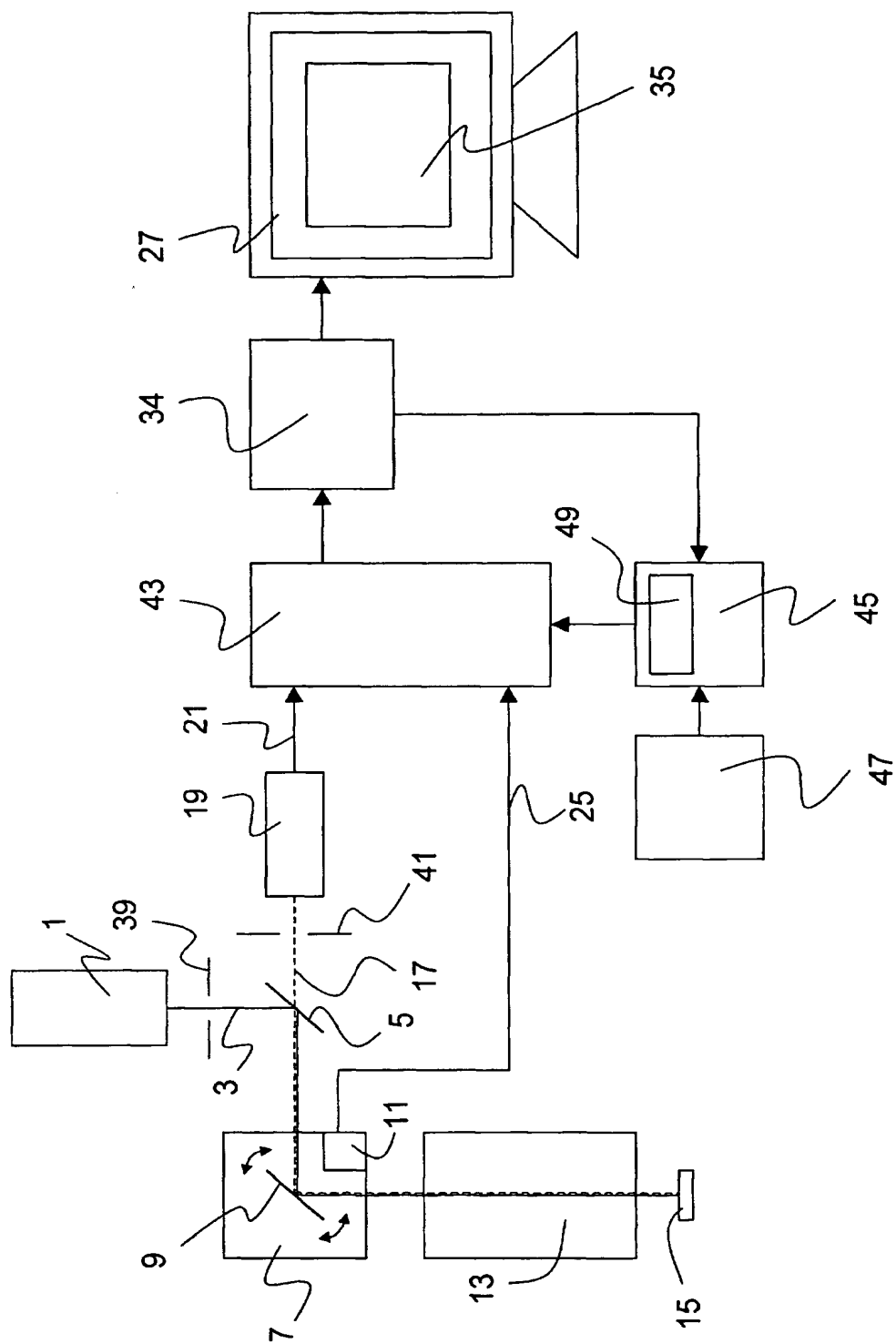


Fig. 2

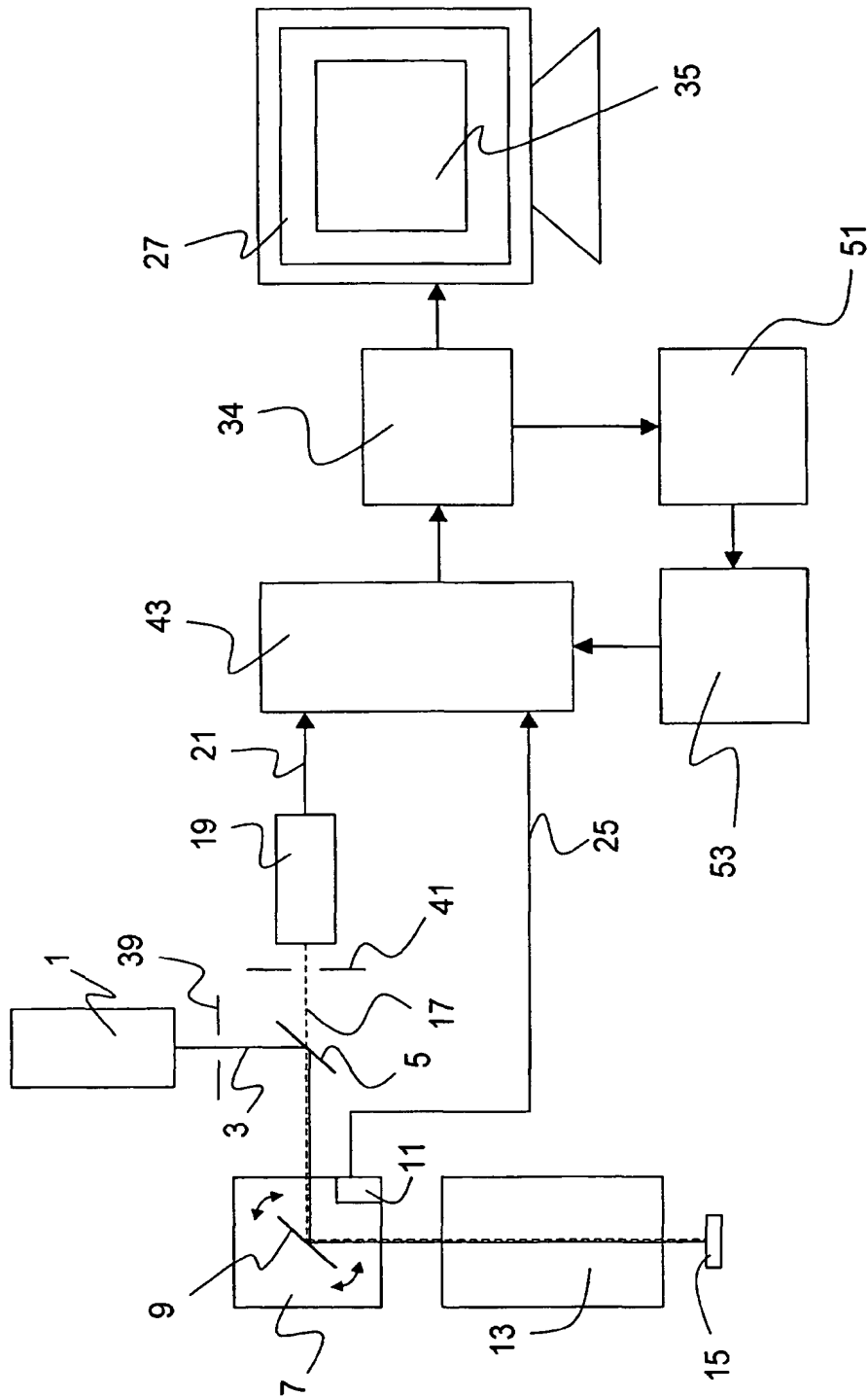


Fig. 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 11 7175

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	DE 40 17 549 A (JENOPTIK JENA GMBH) 17. Januar 1991 (1991-01-17) * das ganze Dokument *	1-15	G02B21/00
X	"DIGITAL POSITION ENCODING OF GALVANOMETER SCANNER IN A LASER MICROSCOPE" OPTICAL ENGINEERING, SOC. OF PHOTO-OPTICAL INSTRUMENTATION ENGINEERS. BELLINGHAM, US, Bd. 27, Nr. 9, 1. September 1988 (1988-09-01), Seiten 818-822, XP000000354 ISSN: 0091-3286 * das ganze Dokument *	1-15	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 11, 28. November 1997 (1997-11-28) -& JP 09 197280 A (OLYMPUS OPTICAL CO LTD), 31. Juli 1997 (1997-07-31) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 * * Absätze '0004!', '0010!', '0030!', '0037!', '0044!' *	1-15	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 01, 31. Januar 2000 (2000-01-31) -& JP 11 271626 A (OLYMPUS OPTICAL CO LTD), 8. Oktober 1999 (1999-10-08) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 * * Absätze '0006!'-'0013!', '0036!'-'0040!' *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			G02B H04N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 22. November 2001	Prüfer Daffner, M
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.97 (P4C06)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 11 7175

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 258 (P-1540), 20. Mai 1993 (1993-05-20) -& JP 05 002135 A (FUJI PHOTO FILM CO LTD), 8. Januar 1993 (1993-01-08) * Zusammenfassung * * Absätze '0043!-'0049! * -& US 5 218 195 A 8. Juni 1993 (1993-06-08) -----	1-15	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 218 (P-1357), 21. Mai 1992 (1992-05-21) -& JP 04 042116 A (FUJI PHOTO FILM CO LTD), 12. Februar 1992 (1992-02-12) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * -----	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abchlußdatum der Recherche 22. November 2001	Prüfer Daffner, M
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P/C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 11 7175

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Daten des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-11-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 4017549	A	17-01-1991	DD	285836 A5	03-01-1991
			DE	4017549 A1	17-01-1991
JP 09197280	A	31-07-1997	KEINE		
JP 11271626	A	08-10-1999	KEINE		
JP 05002135	A	08-01-1993	JP	2631779 B2	16-07-1997
			US	5218195 A	08-06-1993
JP 04042116	A	12-02-1992	KEINE		

EPO FORM P0481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82